

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-217982

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)8月31日

H 01 L 41/08

C-7342-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 圧電リニアアクチュエータ

⑯ 特 願 昭63-42375

⑰ 出 願 昭63(1988)2月26日

⑱ 発 明 者 高 原 憲 一 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁理士 三好 保男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

圧電リニアアクチュエータ

## 2. 特許請求の範囲

シャフト等の被クランプ体の軸方向に沿って伸縮可能なリニア部の伸縮方向前後にクランプ部を有し、このクランプ部で被クランプ体を交互にクランプすると共にリニア部を伸縮させて軸方向に相対移動する圧電リニアアクチュエータにおいて、前記クランプ部をクランプアームとクランプ用圧電素子とで構成し、前記クランプアームは被クランプ体の回りに適宜間隔で複数配設されると共に軸方向に長く形成され且つ先端部が基端部を支点として回動し被クランプ体をクランプするように形成され、前記圧電素子はこれらクランプアームを回動すべくクランプアームの回動半径より短い半径位置で前記支点の近傍に連結したことを特徴とする圧電リニアアクチュエータ。

## 3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

## (産業上の利用分野)

本発明は、圧電素子を用いた尺取虫運動形の直進用アクチュエータに係り、特にシャフト等の被クランプ体の軸方向に被移動体を移動させたり、被クランプ体自体を軸方向に移動させたりするために用いられる圧電リニアアクチュエータに関する。

## (従来の技術)

従来、圧電素子を用いた尺取虫運動形のリニアアクチュエータは、光学機器のミラーの位置決め、半導体製造装置のウェハの位置合せなどに用いられている。

通常、圧電素子の変位量は、 $5 \times 5 \times 20 \mu\text{m}$ の素子に100Vの電圧を印加した場合、その長手方向に $10 \mu\text{m}$ 程度である。したがって、微小な位置決めには好適であるが、長いストロークを要求される用途には適さない。

一方、米国特許3,902,084および3,902,085に示されている尺取虫形微動装置は、シャフトの軸方向に沿って伸縮するリニア部

と、その前後方向に配設されたクランプ部の動作を適宜切り換えてシャフトを軸方向に移動させるようになっているため、原理的にストロークの制限はない。したがって、この微動装置は、直進用アクチュエータとして優れたものである。

しかしながら、この装置においては、クランプ部としてシャフトの半径方向に伸縮する円環状の圧電素子を用いて直接シャフトをクランプするようになっているため、シャフトとクランプ部の加工精度を数 $\mu\text{m}$ 以内にしなければならず、またギャップ調整も非常に難しいという問題があった。

シャフトが長くなった場合には全長に亘って加工精度を高く保持することが現実的に不可能となるため、長ストロークのリニアアクチュエータとしては不適であると言わざるを得ない。

また、例えばシャフトに曲げが加わるような負荷が作用した場合には、クランプ部を構成する圧電素子に負荷が直接伝わり、この負荷による引張応力によって圧電素子の破壊を招くことも考えられる。

と共にリニア部を伸縮させて軸方向に相対移動する圧電リニアアクチュエータにおいて、前記クランプ部をクランプアームとクランプ用圧電素子とで構成し、前記クランプアームは被クランプ体の回りに適宜間隔で複数配設されると共に軸方向に長く形成され且つ先端部が基端部を支点として回動し被クランプ体をクランプするように形成され、前記圧電素子はこれらクランプアームを回動すべくクランプアームの回動半径より短い半径位置で前記支点の近傍に連結した。

#### (作用)

軸方向に伸縮するリニア部と、その前後に配設されたクランプ部の動作を適宜に切り換えることにより、被クランプ体の軸方向に沿って相対移動するという基本的動作は従来のものと変わらないが、特にクランプ部の構造とその動きが顕著に異なる。

クランプ部は被クランプ体の回りに適宜間隔で配設されると共に軸方向に長く形成された複数のクランプアームからなり、これらクランプアーム

このような問題点は、製作上のコスト上昇あるいは負荷の制限といった制約を生じさせ、リニアアクチュエータとして限定的な使用をせざるを得なかった。

#### (発明が解決しようとする課題)

このように、従来の直進用アクチュエータでは、長ストロークが可能である反面クランプ部の動作が僅かであるため、シャフトとクランプ部との加工精度、ギャップ調整が難しい等の問題があった。

そこで本発明は、通常の機械加工精度で足り、安価に製作できると共に、ギャップの調整が容易にでき、長ストローク化が可能であり、負荷の制限が少ない圧電リニアアクチュエータを提供することを目的とする。

#### [発明の構成]

##### (課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために本発明は、シャフト等の被クランプ体の軸方向に沿って伸縮可能なリニア部の伸縮方向前後にクランプ部を有し、このクランプ部で被クランプ体を交互にクランプす

の先端部がそれぞれの基端部を支点としてその近傍の力点となる位置に連結されたクランプ用圧電素子の駆動により回動して被クランプ体の周面にクランプされる。このように圧電素子の変位を直接シャフトの把持により利用しないで、その変位をテコの原理を利用したクランプアームで拡大してシャフトの把持に利用するようにしたので、シャフト等の加工精度は通常の機械加工精度で足り、したがって長ストローク化が可能になると共に、ギャップの調整も容易に行うことが可能になる。

また、シャフトに曲げを生じさせるような負荷に対してクランプ用圧電素子が専ら圧縮方向の力を受けるように容易に設定できるため、負荷の制限が少ない機構となる。

#### (実施例)

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて詳述する。

第1図に示すように圧電リニアアクチュエータ1は、被クランプ体であるシャフト10の軸方向に沿って伸縮するリニア部4と、このリニア部4

の前後に対称に配設されたクランプ部2、3とから主に構成されている。リニア部4はシャフト10を挿通し得る中空円筒状の移動用圧電素子8によって構成されている。

前記クランプ部2、3はシャフト10上に摺動自在に支持される可動ベース7、9を有し、これら可動ベース7、9の一端部が移動用圧電素子8の両端部にそれぞれ固着されている。

可動ベース7、9の他端部にはシャフト10の周方向に適宜間隔で配設されると共に軸方向に長く形成された複数(図示例では3個)のクランプアーム6a~6c、11a~11cが一体形成されている。これらクランプアーム6a~6c、11a~11cの基端部と可動ベース7、9の連結部は第2図に示すようにくびれた可撓性のヒンジ14になっており、クランプアーム6a~6c、11a~11cの先端部がヒンジ14を支点としてシャフト10の半径方向に回転し得るようになっている。

クランプアーム6a~6c、11a~11cの

ヒンジ14の上側近傍にはくびれた可撓性のヒンジ13がそれぞれ形成され、これらヒンジ13にはシャフト10の軸方向に沿って配置された角棒状のクランプ用圧電素子5a~5cの一端部が固着され、これらクランプ用圧電素子5a~5cの他端部は可動ベース7、9の外周に形成されたフランジ部19に固着されている。ヒンジ13、14間の回転半径は、クランプアーム6a~6c、11a~11cの各ヒンジ14からクランプパッド16までの回転半径より短くなっている。これによりクランプ用圧電素子5a~5cが矢印の方向に伸びると、力点となる上側ヒンジ13に力が加わり、クランプアーム6a~6c、11a~11cの先端部がそれぞれの基端部の下側ヒンジ14を支点として矢印15のように回転してシャフト10の外周面に圧接され、シャフト10をクランプするようになっている。この場合、上下ヒンジ13、14間の長さ、クランプアーム6a~6c、11a~11cの長さとのレバー比により、クランプ用圧電素子5a~5cの変位が拡大され

て、クランプパッド16の移動量が図示例ではその変位のほぼ10倍になる。

クランプアーム6a~6c、11a~11cの先端部にはスリット21が水平に形成され、シャフト10の外周面に圧接される下側片がクランプパッド16として形成されている。上側片にはクランプパッド16の上面部に当接してクランプパッド16とシャフト10との間のギャップを調整するためのボルト18がねじ込まれている。

次に上述のように構成された圧電リニアアクチュエータ11の作動を説明する。

クランプ用圧電素子5a~5cに電圧を印加すると、クランプアーム6a~6c、11a~11cが下側ヒンジ14を支点としてシャフト10の半径方向内方に回転してクランプパッド16をシャフト10の外周面に圧接し、シャフト10をクランプする。電圧の印加を止めると、クランプアーム6a~6c、11a~11cはシャフト10を解放する。また、移動用圧電素子8に電圧を印加すると、リニア部4は軸方向に伸び、電圧の印

加を止めると元に戻る。これらリニア部4と前後のクランプ部2、3に供給する電圧を切替えることにより、この圧電リニアアクチュエータ1は尺取虫のようにシャフト10の軸方向に沿って移動することになる。

これらリニア部4と前後方向のクランプ部2、3に供給する電圧のタイムチャートは第3図に示す通りである。すなわち、

- ① 一方のクランプ部2に電圧を供給する(C L 1)。
- ② リニア部4に電圧を供給する(E X 2)。
- ③ 他方のクランプ部3に電圧を供給する(C L 3)。
- ④ 一方のクランプ部2の供給を止める(U C L 1)。
- ⑤ リニア部4の供給を止める(C N 2)。
- ⑥ 一方のクランプ部2に電圧を供給する(C L 1')。
- ⑦ 他方のクランプ部3の供給を止める(U C L 3)。

以下①～⑦の動作を繰返すことにより圧電リニアアクチュエータ1は第1図の矢印20b方向に移動することになる。方向の切替は、前後のクランプ部2, 3への供給を逆にすればよい。

上述した圧電リニアアクチュエータ1は、可動ベース7, 9とクランプアーム6a～6c, 11a～11cを一体に形成し、これらクランプアーム6a～6c, 11a～11cの上側ヒンジ13と可動ベース7, 9のフランジ部19間にクランプ用圧電素子5a～5cを固着した構造になっているため、部品点数が少なく、頑丈で故障しにくく、信頼性が高い。特にテコの原理を応用して圧電素子5a～5cの変位を拡大しているため、シャフト10と、クランプパッド16間のはめ合いの精度に充分余裕をとることができる。これにより、シャフト10および構成部品の機械加工の精度を通常の精度にできるため、全体として安価に製作することができると共に長ストローク化が可能になり、またシャフト10とクランプパッド16間のギャップの調整も容易に行えるようになる。

0を駆動することもできる。

第4図は本発明の第2の実施例として、シャフト36を軸方向に移動する軸可動形圧電リニアアクチュエータ30を示している。

このアクチュエータ30はリニア部4がベース34上に固定板32を介して水平に固定され、ベース34上の両端部にはシャフト36を軸方向に移動自在に支持するリニアボールベアリング35a, 35bを有する軸受台33a, 33bが取り付けられている。リニア部4を構成する移動用圧電素子31a, 31bは中央で分割されて前記固定板32に固着されている。また、クランプアーム6a～6c, 11a～11cの上側ヒンジ13と可動ベース7, 9のフランジ部19との間には中空円筒状の共通のクランプ用圧電素子37a, 37bが固着され、クランプアーム6a～6c, 11a～11cを同時に駆動できるようになっている。このようにクランプ用圧電素子37a, 37bを形成することにより、リニアアクチュエータ30は第1の実施例よりも更に簡素化され、信頼

実施例のようにギャップ調整用のボルト18を用いることにより、ギャップの調整が更に容易になる。

前記クランプ用圧電素子5a～5cがシャフト10の軸方向に沿って伸縮するように配置されているので、シャフト10が曲がるような負荷に対してクランプ用圧電素子5a～5cには圧縮方向の力のみ作用するようになるので、引張応力で破壊するような腐れがなく、負荷の制限が少ない。また、このようなクランプ用圧電素子5a～5cの配置により圧電リニアアクチュエータ1全体の外径が小さくなり、コンパクトになる。更にクランプアーム6a～6c, 11a～11cとクランプ用圧電素子5a～5cの連結部に可撓性ヒンジ13を設けることにより、外部からの過負荷を吸収してまげ応力に弱い圧電素子5a～5cを保護することができる。

なお、移動の対象となる被移動体は、いずれか一方の可動ベース7, 9に取付けられることになる。また、アクチュエータ1を固定しシャフト1

性の高いものとなり、特に軽量化が要求される宇宙用リニアアクチュエータとして好適である。

第5図は本発明の第3の実施例を示している。本実施例はクランプアーム6a～6c, 11a～11cの先端部を隣同士弾性部材40a～40cで連結したものである。これによりクランプアーム6a～6c, 11a～11cの不要な振動が防止され、クランプアームの共振周波数を高くすることができ、圧電リニアアクチュエータの移動速度を速めることができる。弾性部材40a～40cとしては、板バネ、コイルバネ、ゴム、プラスチック等のいずれであってもよい。弾性部材40a～40cはクランプアームの動きを妨害しないように取付けられる。

また、クランプアーム6a～6c, 11a～11cのシャフト10との接触部に弾性部材50を固着して、不要な振動を防止するようにしてもよい。真空中でこの圧電リニアアクチュエータを用いる場合には、この接触部に真空潤滑材、例えば二硫化モリブデン、銀のイオンプレーティング等

の処理を施すことが必要である。

なお、実施例では被クランプ体としてシャフト10を用いたが、パイプであってもよく、パイプの内部を圧電リニアアクチュエータが移動するようにしてもよい。この場合はクランプアーム6a～6c、11a～11cが外側に開いてパイプの内面をクランプすることになる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば次のような効果を発揮する。

(1) リニア部の前後に配設されるクランプ部を複数のクランプアームにより構成し、クランプ用圧電素子の変位をこれらクランプアームで拡大して被クランプ体のクランプに利用するようにしたので、圧電素子からなるクランプ部で直接被クランプ体をクランプしていた従来の装置と異なり、シャフト等の加工精度が通常の機械加工精度で足りる。

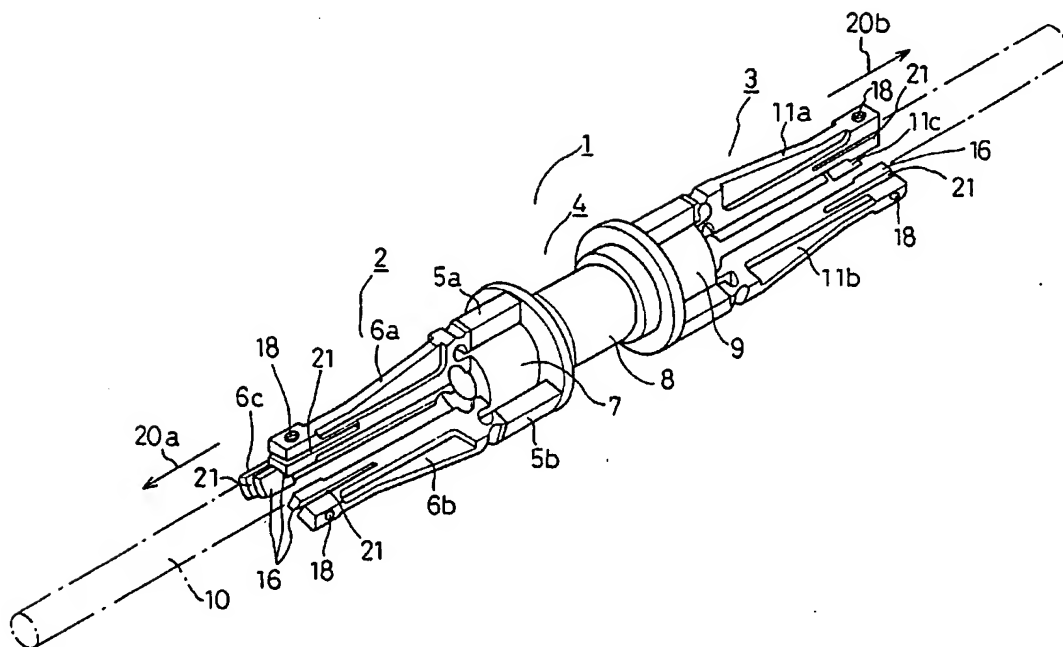
(2) このため、安価で製作できると共に、長ストローク化も可能となり、ギャップの調整も容易に行うことが可能となる。

(3) シャフトに曲げを生じさせないような負荷に対してクランプ用圧電素子が引張力でなく圧縮力を受けるように容易に設定することができるため、負荷の制限が少なく耐久性および信頼性のある圧電リニアアクチュエータを提供することができる。

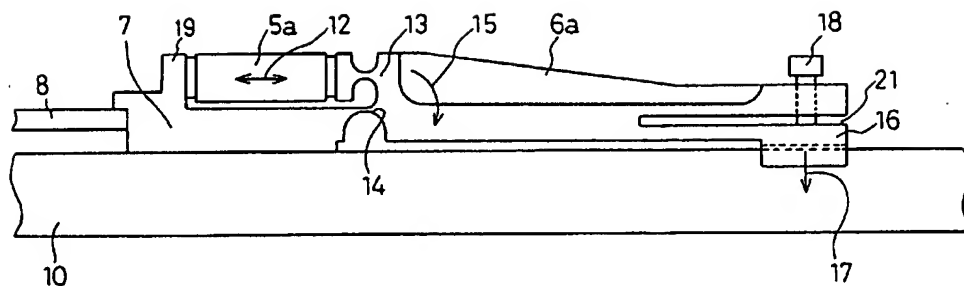
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る圧電リニアアクチュエータの第1の実施例を示す斜視図、第2図は第1図の部分拡大図、第3図は圧電素子の駆動パターンを示したタイムチャート、第4図は本発明の第2の実施例を示す側面図、第5図は本発明の第3の実施例を示す斜視図である。

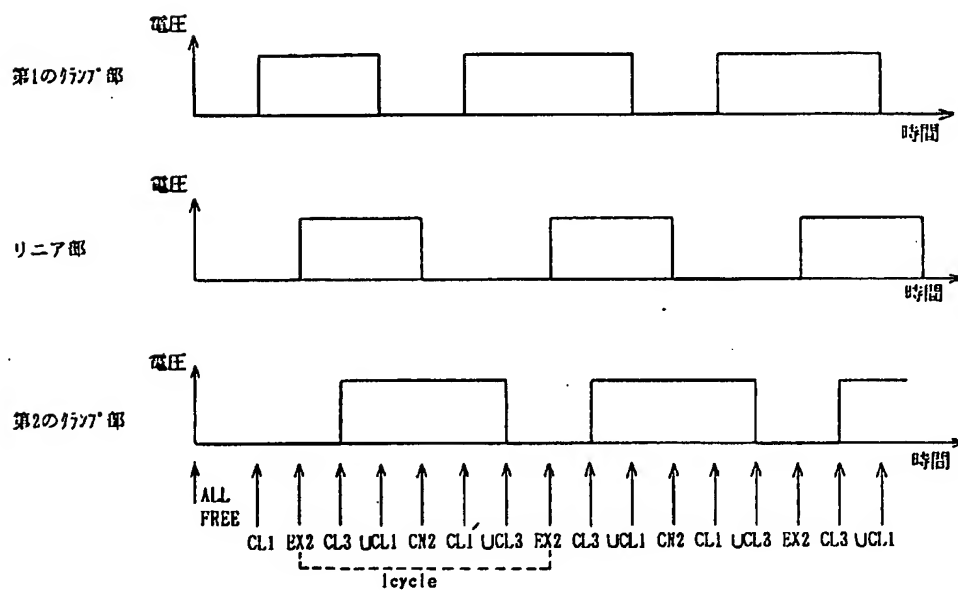
図中、2、3はクランプ部、4はリニア部、5a～5c、37a～37cはクランプ用圧電素子6a～6c、11a～11cはクランプアーム、10、36は被クランプ体としてのシャフト、40a～40c、50は弾性体である。



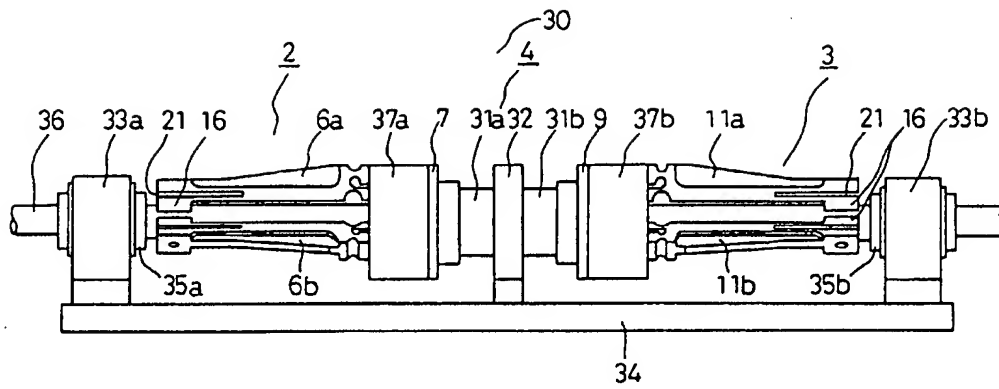
第1図



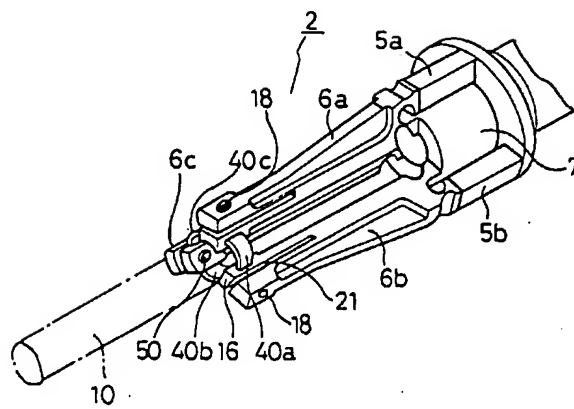
第2図



第3図



第4図



第5図